

Correction ACTIVITE COURS + TP : Le sol : milieu d'échanges de matière (chapitre 1 sur qualité des sols et de l'eau)

Répondre aux questions et compléter les parties manquantes du cours :

Le problème nauséabond des algues vertes :



Depuis une trentaine d'années certains littoraux, en particulier en Bretagne, souffrent de proliférations massives et saisonnières d'algues vertes. Appelées laitues de mer (*Ulva armoricana* et *Ulva rotundata*), elles se développent et s'accumulent dans les eaux jusqu'à créer de véritables marées vertes qui se déposent en tas verdâtres sur les plages vers juin-juillet. Avec leur décomposition, un gaz nauséabond, l'hydrogène sulfuré (H_2S), s'échappe et embaume les rivages, au grand dam des riverains, des touristes et des collectivités.



En situation normale, le développement des organismes aquatiques, comme les algues, est freiné par la limitation du milieu en éléments nutritifs dont l'azote est l'un des plus importants. Les activités humaines peuvent parfois créer un enrichissement local des eaux en provoquant un afflux de ces éléments nutritifs. C'est le phénomène d'eutrophisation, dont profitent les algues vertes. Un phénomène qui connaît une augmentation spectaculaire depuis la fin des années 1970.

Cette eutrophisation et cette accumulation de biomasse algale sur les plages ne sont pas sans conséquence, pour les riverains et les touristes d'abord, qui ne raffolent pas de cette bouillie verdâtre et pestilentielle (odeur d'œuf pourri) et évitent donc de fréquenter les plages souillées. L'activité touristique boit alors la tasse et les collectivités doivent mettre en place de coûteuses opérations de ramassage. Avec 50.000 tonnes d'algues qui se déposent tous les ans, l'addition est salée pour les collectivités bretonnes. Selon l'association *Eau et Rivières de Bretagne*, elles ont dépensé un milliard d'euros en 30 ans ! Sans autre effet qu'une amélioration cosmétique et un déplacement du problème, car la mise en décharge de la plus grande partie de cette biomasse aggrave la pollution des nappes phréatiques.



Pollution des eaux, le mot est lâché. Au-delà de la dégradation du cadre de vie et du coût économique, l'eutrophisation des eaux à d'autres impacts sur l'environnement. Les nitrates sont aujourd'hui la cause majeure de la pollution des eaux en France. Les nappes phréatiques, les réservoirs d'eau, les cours d'eau, les lacs, les rivières regorgent de nitrates. Dans l'eau potable, les nitrates peuvent déclencher des cyanoses si leur concentration dépasse une dose seuil. C'est pourquoi la législation française et les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé fixent le chiffre de 50 mg/L. Dans les eaux douces, ces nitrates perturbent les organismes et provoquent la prolifération d'algues et de cyanobactéries, ce qui affecte les populations des écosystèmes et donc leur biodiversité. Lors de leur décomposition, ces algues peuvent priver les eaux de leur oxygène, avec des conséquences dramatiques pour la faune. Enfin, lorsque les algues qui prolifèrent sont toxiques, ce sont la flore, la faune, les exploitations aquacoles et parfois l'homme qui sont empoisonnés. Les marées vertes deviennent donc un enjeu sanitaire pour les collectivités et pour l'Etat, responsables de la sécurité des citoyens.

$$NO_3^-$$

Mais d'où viennent ces nutriments ? Une petite fraction, naturelle, vient du lessivage du continent par les pluies hivernales et printanières. C'est elle qui provoque les efflorescences algales printanières normales, d'ampleur limitée par rapport aux marées vertes. L'essentiel de ces nutriments, en particulier l'azote, provient des eaux usées urbaines et domestiques mal retraitées et, principalement, de l'agriculture. Il faut savoir que la Bretagne, grâce à l'agriculture intensive, abrite sur son sol 60% des élevages de porcs de France et 45% de ceux de volailles. Une telle concentration implique nécessairement la production d'une grande quantité d'effluents azotés (lisier) et une dégradation de l'environnement.

D'après Grégoire Macqueron, Futura-Sciences



Questions :

- *Quel est le problème posé par les algues vertes en Bretagne ?*

Il y a proliférations massives et saisonnières d'algues vertes sur les plages durant l'été, ce qui créé une pollution des rivages (gaz nauséabond H_2S) mais aussi pollution de la nappe phréatique.

- *Expliquer ce qu'est l'eutrophisation des eaux.*

L'**eutrophisation** est la modification et la dégradation d'un milieu aquatique liée à un enrichissement local des eaux (afflux d'éléments nutritifs). Ces algues peuvent priver les eaux de leur oxygène, avec des conséquences dramatiques pour la faune. Enfin, lorsque les algues qui prolifèrent sont toxiques, ce sont la flore, la faune, les exploitations aquacoles et parfois l'homme qui sont empoisonnés.

- *Quel est le principal agent polluant à l'origine de l'eutrophisation des eaux ?* Le nitrate (NO_3^-) est l'agent polluant principal responsable de cette l'eutrophisation des eaux

- *Quelle est l'origine de cet agent polluant ?* *C'est l'agriculture intensive (*60% des élevages de porcs de France et 45% de ceux de volailles) *qui apporte la grande majorité des nitrates (lisiers)*

- *Comment se retrouve-t-il finalement dans les eaux douces ou dans la mer ? Le nitrate provient des eaux usées urbaines et domestiques mal retraitées mais aussi de la mise en décharge de la plus grande partie de ces algues qui aggrave la pollution des nappes phréatiques. Le rejet des eaux usées dans la mer aggrave encore plus le problème.*

A°) <u>QUELS SONT LA C</u>

1°) <u>Quelle est la comp</u>

Les plantes contiennent en masse plus de 90% d'eau et environ 10% de matière sèche. La composition de la matière sèche est donnée dans le tableau ci-dessous. Les éléments plastiques forment les tissus végétaux tandis que les oligo-éléments jouent un rôle chimique et biologique important dans la croissance et la santé des plantes.



COMPOSITION DE LA MATIERE SECHE	
Eléments plastiques	
carbone C : 42%	Calcium Ca : 1,3%
Oxygène O : 44%	Phosphore P : 0,4%
Hydrogène H : 6,0%	Magnésium Mg : 0,4 %
Potassium K : 2,5%	Soufre S : 0,4%
Azote N : 2,0%	
Oligo-éléments	
fer Fe ; manganèse Mn ; zinc Zn ; bore B ; cuivre Cu ; chlore Cl ; molybdène Mo…	

Questions :

- *Compléter les noms des différents éléments plastiques.*
- *Si l'on considère la matière sèche de 100 g de laitue, quelle est la masse correspondante ?*

On a 10% de matière sèche pour 100 g de laitue soit 10 g de matière sèche

- *Quel pourcentage représente les oligo-éléments ? Si l'on additionne les % des matières plastiques on trouve 99 % , il reste donc 1% d'oligo- éléments*
- *En déduire une définition du terme oligo-élément.* Les **oligo-éléments** sont une classe de <u>nutriments</u>, <u>éléments minéraux</u> purs nécessaires à la vie d'un organisme, mais en quantités très faibles. On appelle oligo-éléments les éléments chimiques qui représentent une masse inférieure à 1 mg/kg

2°) <u>Quelle est l'origine des éléments constitutifs d'une plante</u> ?

D'où proviennent les éléments H et O ?

Les éléments H et O proviennent de l'eau que les racines des plantes vont absorber dans le sol.

D'où provient l'élément C ?

L'élément C provient du dioxyde de carbone absorbé dans l'air et transformé en glucides lors de la photosynthèse dont l'équation de réaction est :

$$6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$ en présence de lumière et de chlorophylle

D'où proviennent les éléments N, P, K, S, Ca et Mg ?
Les autres éléments proviennent du sol et sont absorbés par les racines.

On retiendra que :

Au cours de leur croissance, les plantes prélèvent dans l'air et dans le sol les différents éléments qui les composent.

3°) **Quels sont les besoins d'une plante ?**

a) Les besoins en « nourriture » :

Un maraîcher sait que 100 kg de laitue ont besoin de 0,22 kg d'élément N, 0,04 kg d'élément P et 0,41 kg d'élément K.



Que se passe-t-il si les laitues ne trouvent pas, en quantité suffisante, les éléments dont elles ont besoin ?

On dit alors qu'elles souffrent d'une carence et leur croissance sera ralentie.

Dans ce cas que doit faire le maraîcher ?

Il doit apporter de l'engrais afin de fertiliser le sol.

On retiendra que :

L'utilisation des engrais a pour but de compenser les carences d'un sol et son épuisement dû à la culture.
Les principaux éléments fertilisants que l'on y trouve sont N, P et K.

b) Les besoins en « soins » :



Mildiou



Chlorose

Les plantes peuvent être victime de certaines maladies. Par exemple :

- le mildiou qui est causé par des parasites microscopiques et qui se soigne par pulvérisation de bouillie bordelaise qui est une solution de sulfate de cuivre,
- la chlorose qui est due à une carence en fer et qui se soigne par pulvérisation d'une solution de chélate de fer.

On retiendra que :

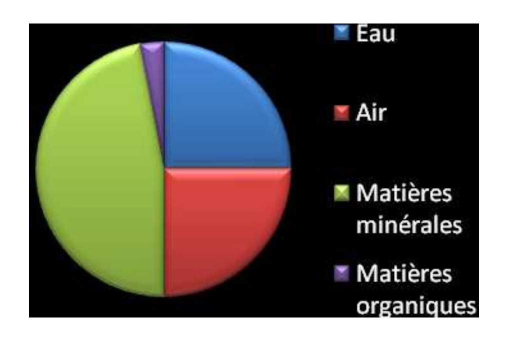
Pour lutter contre les maladies des plantes, on utilise des produits qui portent le nom de produits phytosanitaires ou de pesticides.

Toute plante doit chercher dans le sol bon nombre de ses éléments constitutifs, qu'y trouve-t-on encore ?

B°) QUE CONTIENNENT LES SOLS ?

1°) Quelle est la composition d'un sol ?

Le sol est la partie supérieure de l'écorce terrestre, il provient de la décomposition de la roche-mère. La partie superficielle du sol est nommée **terre arable**, l'homme y effectue ses cultures.



Sachant qu'en volume, les matières organiques représentent 3% de la terre arable, quelle est la composition de celle-ci ?

25 % d'eau
25 % d'air
47 % de matières minérales

Les matières organiques ou humus proviennent de la transformation des végétaux et des animaux morts sous l'action de micro-organismes.
Les matières minérales proviennent de la décomposition des roches constituant l'écorce terrestre. Les principales matières minérales sont soit le calcaire (carbonate de calcium) soit l'argile (silicate d'aluminium).

2°) Quel est le rôle de l'eau ?

L'eau présente dans le sol permet de dissoudre certains composés moléculaires mais surtout les composés ioniques : l'eau est un solvant Le mélange obtenu est une solution aqueuse
Un composé ionique libère en solution aqueuse deux types d'ions : les anions chargé négativement et les cations chargés positivement.
Une solution ionique contient autant de charges électriques positives que de charges électriques négatives : elle est électriquement neutre

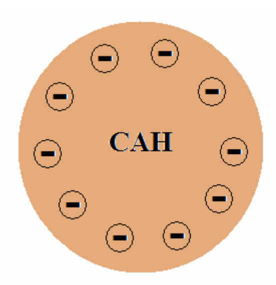
Compléter le texte ci-dessus avec les mots suivants : anions ; solvant ; dissoudre ; cations ; électriquement neutre ; solution aqueuse
Les principaux ions que l'on trouve dans les sols sont :

Nom	Nitrate	Ammonium	Phosphate	Carbonate	Potassium	Calcium	Magnésium	Sulfate
Formule	NO_3^-	NH_4^+	PO_4^{3-}	CO_3^{2-}	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}

On retiendra que :
Les ions que l'on trouve dans les sols sont, pour les plantes, les principaux fournisseurs d'éléments nutritifs.

3°) Quel est le rôle du complexe argilo-humique (CAH)?

L'argile et l'humus sont des substances insolubles dans l'eau. Elles peuvent s'associer pour former des micelles (agrégat de molécules) portant une charge électrique négative que l'on appelle le CAH.



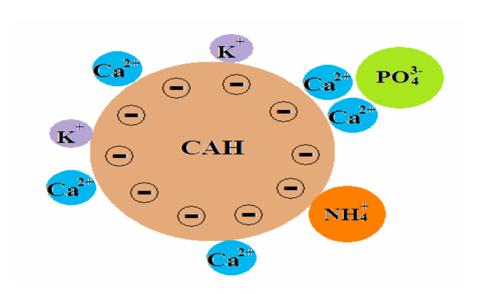
Expérience prof :
Le professeur prépare deux dispositifs de filtration contenant chacun de la terre de bruyère. Dans le premier, il verse une solution de bleu de méthylène. Dans le second, il verse une solution d'éosine.





Observations :
Le filtrat résultant du bleu de méthylène est incolore alors que celui résultant de l'éosine est coloré.

Interprétations :
Sachant que la couleur du bleu de méthylène est due à un cation et que celle de l'éosine est due à un anion, expliquer les résultats de l'expérience.
Le CAH de la terre de bruyère, du fait de sa charge électrique négative, est capable de retenir les cations mais pas les anions.
Que se passe-t-il donc pour les ions naturellement contenus le sol » ? (Voir dessin ci-dessous)
Le CAH est capable de retenir les cations (Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^+, K^+) mais pas les anions (NO_3^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}) sauf PO_4^{3-} qui est retenu par un pont calcique (deux ions Ca^{2+}).



<u>On retiendra que :</u>

Le CAH permet de constituer une réserve de cations dans le sol. Ils passent ensuite dans l'eau du sol et assurent la nutrition des plantes par la racine.

Expliquer l'origine de la pollution de l'eau par les nitrates et donc de la prolifération massive d'algues vertes en Bretagne.

Les nitrates sont essentiels pour la croissance des végétaux. Ils sont présents dans les engrais azotés et le lisier, utilisés pour l'épandage agricole : 66 % des nitrates présents dans l'eau proviennent de l'agriculture. L'apport de nitrates sous forme d'engrais pratiqué en agriculture intensive est en quantité excessive par rapport à ce que peuvent consommer les végétaux, d'où un surplus rejeté dans l'environnement.

Non retenus par le CAH et très solubles dans l'eau, ils sont facilement drainés par les eaux de pluie, de ruissellement, et d'infiltration. Les nappes phréatiques, les réservoirs d'eau, les cours d'eau, les lacs, les rivières regorgent de nitrates et les conséquences sont multiples : risques pour la santé humaine, eutrophisation des écosystèmes aquatiques, voire destruction de leur équilibre biologique.

Ils sont également présents dans les déjections animales : les sites d'élevage de bétail sont par conséquent majoritairement pollués aux nitrates.

Les nitrates sont de plus produits par la matière organique présente dans les sols : ils y sont stockés et sont libérés petit à petit.

La pollution aux nitrates s'installe donc pour de nombreuses années : en effet, l'infiltration des eaux dans le sol et la libération des nitrates qui y sont stockés nécessitent beaucoup de temps.

C°) <u>ETUDE D'UN PRODUIT PHYTOSANITAIRE</u> (manipulation élève) :



Sulfate de fer liquide :

Ce produit reverdit et renforce les gazons, bleuit les hortensias, c'est aussi un antichlorose.

Mode d' emploi : Il est conseillé d'appliquer de préférence sur un gazon tondu afin d'augmenter l'efficacité du traitement. Il est conseillé d'arroser par temps sec ou à la rosée du matin.

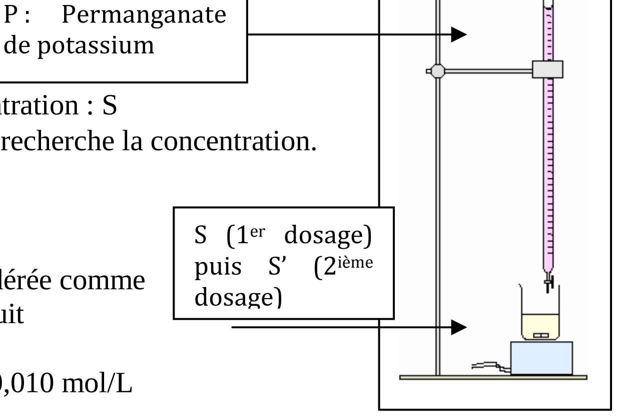
Dose pour 10 L d'eau : gazon : 0,5 à 1L de produit
Arbres Fruitiers, Vignes : 1,5 à 2 L de produit

Composition : sulfate de fer « produit soluble », Fer (Fe) Total soluble dans l'eau 60 g/L

Mr Dupont décide d'arroser son gazon avec une solution de sulfate de fer. Il retrouve dans sa remise la solution ci-dessus (voir la photo) marquée « Solution de sulfate de fer liquide » mais il veut vérifier la concentration de la solution indiquée par le fabricant.

Comme expert-chimiste, nous allons aider Mr Dupont en dosant sa « Solution de fer ».

1°) <u>Principe du dosage par comparaison</u> :



On se propose de réaliser deux transformations parallèles :

- l'une sur une solution de sulfate de fer dont on connaît la concentration : S
- l'autre sur la solution de sulfate de fer (bidon ci-dessus) dont on recherche la concentration.

On dispose pour cela de trois solutions :

- une solution S de concentration connue en fer : 4,58 g/L.
- une solution S' en sulfate de fer (bidon) de concentration considérée comme inconnue. Cette solution a été préparée en diluant par 10 le produit de départ.
- une solution P de permanganate de potassium de concentration 0,010 mol/L

Pour une prise d'essai de solution S, on détermine à la burette, le volume V de solution de permanganate de potassium qui permet d'obtenir un changement de couleur du milieu réactionnel. On recommence l'opération pour une même prise d'essai de solution S'.

2°) Protocole expérimental :

- Dans un bécher, introduire 5,0 mL de solution S prélevés à l'aide d'une pipette jaugée puis un barreau aimanté.
- Introduire dans la burette la solution P (permanganate de potassium), ajuster le zéro.
- Placer le bécher sur l'agitateur magnétique et installer le tout sous la burette.
- Introduire goutte à goutte la solution P dans le bécher en agitant doucement. Arrêter au changement de couleur : apparition d'une très légère teinte rose.
- Noter le volume V_1 de solution P ajoutée.

V_1 = 9,2 mL

- Remplir à nouveau la burette avec la solution P. Ajuster le zéro.
- Dans un bécher, introduire 5,0 mL de solution S' prélevés à l'aide d'une pipette jaugée puis un barreau aimanté.
- Placer le bécher sur l'agitateur magnétique et installer le tout sous la burette.
- Introduire goutte à goutte la solution P dans le bécher en agitant doucement. Arrêter au changement de couleur : apparition de la même teinte rose qu'auparavant
- Noter le volume V_2 de solution P ajoutée.

V_2 = 14 mL

3°) Exploitation des résultats obtenus :

Sachant qu'il y a proportionnalité entre la concentration massique de la solution constituant la prise d'essai et le volume de permanganate de potassium ajouté au changement de couleur, calculer la concentration massique en fer du bidon (attention le produit de départ a été dilué par 10).

Vérifier votre résultat en comparant avec l'étiquette au dos du bidon (commenter votre résultat).

On fait le produit en croix $14 \times 4{,}58/9{,}2 = 7{,}0$ g/L, comme le produit de départ a été dilué par 10 on trouve 70 g/L en fer pour la solution antimousse de la solution mère (bidon). L'indication sur le bidon est entachée d'erreur (16% d'erreur).